



JP11274514

Biblio

esp@cenet

**MANUFACTURE OF THIN FILM TRANSISTOR**

Patent Number: JP11274514  
Publication date: 1999-10-08  
Inventor(s): RYU SHUNKI; KO MUNSHAKU; KIN SHOKO  
Applicant(s):: SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD  
Requested Patent: ☐ JP11274514  
Application Number: JP19990023336 19990201  
Priority Number(s):  
IPC Classification: H01L29/786 ; H01L21/336 ; G02F1/136 ; H01L21/3065  
EC Classification:  
Equivalents:

**Abstract**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve characteristics of a thin film transistor used for a liquid crystal display.

**SOLUTION:** A manufacturing step includes a step for forming a gate electrode on a substrate, a step for forming a gate insulating film covering the gate electrode, a step for forming an amorphous silicon layer on the gate insulating film, a step for forming a doped amorphous silicon layer on the amorphous silicon layer, a step for forming a source electrode and a drain electrode on both sides of the amorphous silicon layer on the doped amorphous silicon layer, a step for treating the doped amorphous silicon layer in a dry etching step, and a step for carrying out an oxygen plasma step.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-274514

(43) 公開日 平成11年(1999)10月8日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup> 識別記号  
 H 0 1 L 29/786  
 21/336  
 G 0 2 F 1/136 5 0 0  
 H 0 1 L 21/3065

F I  
 H 0 1 L 29/78 6 1 6 L  
 G 0 2 F 1/136 5 0 0  
 H 0 1 L 21/302 J  
 29/78 6 2 7 Z

審査請求 未請求 請求項の数21 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平11-23336

(22) 出願日 平成11年(1999)2月1日

(31) 優先権主張番号 1 9 9 8 P 2 5 8 6

(32) 優先日 1998年1月30日

(33) 優先権主張国 韓国 (K R)

(31) 優先権主張番号 1 9 9 8 P 3 6 2 3 2

(32) 優先日 1998年9月3日

(33) 優先権主張国 韓国 (K R)

(71) 出願人 390019839

三星電子株式会社

大韓民国京畿道水原市八達区梅灘洞416

(72) 発明者 柳 春 基

大韓民国京畿道水原市勸善区勸善洞1169-5

(72) 発明者 洪 ▲むん▼ 杓

大韓民国京畿道城南市盆唐区亭子洞ジョン  
ドンマウル 宇星アパート609棟1705号

(72) 発明者 金 湘 甲

大韓民国ソウル特別市松坡区可楽洞479番  
地可楽市営アパート111棟202号

(74) 代理人 弁理士 小野 由己男 (外1名)

(54) 【発明の名称】 薄膜トランジスタの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 液晶表示装置に用いられる薄膜トランジスタの特性を向上させる。

【解決手段】 基板上にゲート電極を形成する段階と、前記ゲート電極を覆うゲート絶縁膜を形成する段階と、前記ゲート電極上の前記ゲート絶縁膜上に非晶質シリコン層を形成する段階と、前記非晶質シリコン層上にドーピングされた非晶質シリコン層を形成する段階と、前記ドーピングされた非晶質シリコン層上に前記非晶質シリコン層を中心にして両側にソース電極とドレイン電極とを形成する段階と、前記ドーピングされた非晶質シリコン層を乾式エッチングする段階と、酸素プラズマ工程を実施する段階とを含む。

気体種類	腐食
$Cl_2 + SF_6$	有
$HCl + SF_6$	有
$HCl + CF_4$	有
1st: $Cl_2 + SF_6$ 2nd: $O_2$ プラズマ	無

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】基板上にゲート電極を形成する段階と、前記ゲート電極を覆うゲート絶縁膜を形成する段階と、前記ゲート電極上の前記ゲート絶縁膜上に非晶質シリコン層を形成する段階と、前記非晶質シリコン層上にドーピングされた非晶質シリコン層を形成する段階と、前記ドーピングされた非晶質シリコン層上に前記非晶質シリコン層を中心にして両側にソース電極とドレイン電極とを形成する段階と、前記ドーピングされた非晶質シリコン層を乾式エッチングする段階と、酸素プラズマ工程を実施する段階と、を含む薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項2】前記酸素プラズマ工程は前記乾式エッチング段階以降に原位置のままで実施する請求項1に記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項3】前記ソース電極及びドレイン電極はアルミニウムまたはアルミニウム合金の単一膜またはこれらを含む二重膜で形成する請求項2に記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項4】前記酸素プラズマを実施する段階における圧力は1000mTorr以下である請求項3に記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項5】前記酸素プラズマ工程を実施する段階における電力は1000ワット以下である請求項4に記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項6】前記乾式エッチング段階で用いられるエッチング用の気体はC1気体を含む請求項5に記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項7】前記酸素プラズマ工程を実施する段階において、 $\text{CH}_4$ 、 $\text{SF}_6$ 、 $\text{C}_2\text{F}_6$ 、 $\text{CHF}_3$ 、 $\text{C}_2\text{F}_8$ 気体を追加することも可能である請求項6に記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項8】基板上にゲート電極を形成する段階と、前記ゲート電極を覆うゲート絶縁膜を形成する段階と、前記ゲート電極上の前記ゲート絶縁膜上に非晶質シリコン層を形成する段階と、前記非晶質シリコン層上にドーピングされた非晶質シリコン層を形成する段階と、前記ドーピングされた非晶質シリコン層にソース電極とドレイン電極とを形成する段階と、前記ソース電極とドレイン電極とをマスクにして前記ドーピングされたシリコン層を $\text{HCl} + \text{CF}_4 + \text{O}_2$ 気体を用いて乾式エッチングする段階と、を含む薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項9】前記ソース電極及びドレイン電極はモリブデンまたはモリブデントングステン合金の単一膜またはこれらを含む二重膜で形成する請求項8に記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項10】前記 $\text{O}_2$ の流量は前記 $\text{CF}_4$ 流量の1/5以下である請求項8に記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項11】前記 $\text{O}_2$ の流量は100sccm以下である請求項8に記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項12】基板上にゲート電極を形成する段階と、前記ゲート電極を覆うゲート絶縁膜を形成する段階と、前記ゲート電極上の前記ゲート絶縁膜上に非晶質シリコン層を形成する段階と、前記非晶質シリコン層上にドーピングされた非晶質シリコン層を形成する段階と、前記ドーピングされた非晶質シリコン層上に前記非晶質シリコン層を中心にして両側にソース電極とドレイン電極とを形成する段階と、前記ドーピングされた非晶質シリコン層を乾式エッチングする段階と、ヘリウムプラズマ工程を実施する段階と、を含む薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項13】前記ヘリウムプラズマ工程は前記乾式エッチング段階以降に原位置のままで実施する請求項12に記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項14】前記ソース電極及びドレイン電極は、モリブデンまたはモリブデントングステン合金で形成する請求項13に記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項15】前記乾式エッチング段階において、エッチング用の気体としては $\text{CF}_4 + \text{HCl}$ を用いる請求項14に記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項16】基板上にゲート電極を形成する段階と、前記ゲート電極を覆うゲート絶縁膜を形成する段階と、前記ゲート電極上の前記ゲート絶縁膜上に非晶質シリコン層を形成する段階と、前記非晶質シリコン層上にドーピングされた非晶質シリコン層を形成する段階と、前記ドーピングされた非晶質シリコン層上に金属膜を蒸着する段階と、前記金属膜上にフォトリソパターンを形成する段階と、前記フォトリソパターンをマスクにして前記金属膜をエッチングすることでソース電極とドレイン電極を形成する段階と、前記フォトリソパターンを除去する段階と、前記ソース電極とドレイン電極とをマスクにして前記ドーピングされた非晶質シリコン層を乾式エッチングする段階と、ヘリウムプラズマ工程を実施する段階と、を含む薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項17】前記ヘリウムプラズマ工程は前記乾式エッチング段階以降に原位置のままで実施する請求項16に記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項18】前記ソース電極及びドレイン電極は、モ

リブデンまたはモリブデン-タングステン合金で形成する請求項 17 に記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項 19】基板上にゲート電極を形成する段階と、前記ゲート電極を覆うゲート絶縁膜を形成する段階と、前記ゲート電極上の前記ゲート絶縁膜上に非晶質シリコン層を形成する段階と、前記非晶質シリコン層上にドーピングされた非晶質シリコン層を形成する段階と、前記ドーピングされた非晶質シリコン層上に金属膜を蒸着する段階と、前記金属膜上にフォトリソパターンを形成する段階と、前記フォトリソパターンをマスクにして前記金属膜をエッチングすることでソース電極とドレイン電極を形成する段階と、前記フォトリソパターンをマスクにして前記ドーピングされた非晶質シリコン層を乾式エッチングする段階と、前記フォトリソパターンを除去する段階と、ヘリウムプラズマ工程を実施する段階と、を含む薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項 20】前記ヘリウムプラズマ工程は前記乾式エッチング段階以降に原位置のまま実施する請求項 19 に記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項 21】前記ソース電極及びドレイン電極は、モリブデンまたはモリブデン-タングステン合金で形成する請求項 20 に記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、薄膜トランジスタ液晶表示装置の製造方法に関する

【0002】

【従来の技術】最近、平板表示装置の一つとして人気を集めている薄膜トランジスタ液晶表示装置は、水素化された非晶質シリコン層を薄膜トランジスタの半導体層として用い、非晶質シリコン層とその上に形成されるソース及びドレイン電極との接触抵抗を減らすための抵抗接触層として n 型の高濃度にドーピングされた非晶質シリコン層を用いる。エッチバック型の薄膜トランジスタの場合、通常、ソース電極とドレイン電極をマスクにしてドーピングされた非晶質シリコン層をエッチングし、この過程でソース電極とドレイン電極が共に削られてしまうという問題点があった。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】このような問題点を解決するために、ソース電極とドレイン電極の形成の際に用いられるフォトリソパターンをマスクにしてドーピングされた非晶質シリコン層をエッチングし、フォトリソパターンを後に除去する方法を用いることができる。しかしながら、この場合、硬化したフォトリソ

トパターンを除去する過程で非晶質シリコン層が影響を受けることにより、薄膜トランジスタの特性が低下するという他の問題点があった。

【0004】本発明は、前記に鑑みてなされたもので、その目的は、液晶表示装置に用いられる薄膜トランジスタの特性を向上させることにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために、本発明は、薄膜トランジスタの抵抗接触層として用いられるドーピングされた非晶質シリコン層を乾式エッチングした後、酸素またはヘリウムプラズマ工程を実施する。

【0006】ここで、乾式エッチングマスクとして用いるソース電極とドレイン電極とを含むデータ配線がモリブデンまたはモリブデン合金である場合にはヘリウムプラズマ工程を実施し、データ配線がアルミニウムまたはアルミニウム合金である場合には酸素プラズマ工程を実施する。

【0007】ドーピングされた非晶質シリコン層をエッチングした後には、真空状態を変化させずに原位置のまま (in-situ) でヘリウムまたは酸素プラズマ処理を施すことにより、薄膜トランジスタの特性が低下することを防止したりアルミニウムまたはアルミニウム合金の腐食を防止する。

【0008】ドーピングされた非晶質シリコン層を乾式エッチングする時には、ハロゲン化水素気体と  $\text{CF}_4$ 、 $\text{CHF}_3$ 、 $\text{CHClF}_2$ 、 $\text{CH}_3\text{F}$  及び  $\text{C}_2\text{F}_6$  のうちの少なくとも一つの気体を用いるのが好ましく、特に  $\text{HCl} + \text{CF}_4$  気体を用いるのが好ましい。

【0009】また、データ配線がモリブデンまたはモリブデン合金である場合には、酸素を追加した乾式エッチング用の気体として  $\text{HCl} + \text{CF}_4 + \text{O}_2$  を用いて薄膜トランジスタの特性が低下することを防止する。

【0010】ドーピングされた非晶質シリコン層は、ソース電極とドレイン電極またはソース電極とドレイン電極とを形成するためのフォトリソパターンをマスクにしてエッチングすることができる。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例について図面に基いて詳細に説明する。

【0012】最初に、本発明の第 1 実施例による薄膜トランジスタ基板の構造について説明する。図 1 は本発明の第 1 実施例による薄膜トランジスタ基板の配置図であり、図 2 乃至図 4 はそれぞれ図 1 の II-II'、III-III'、IV-IV' 線に沿って示した断面図である。基板 10 上にはゲート線 20 及びその分枝であるゲート電極 21、そしてゲート線 20 の端部に形成されているゲートパッド 22 からなるゲートパターンが形成されている。ゲート電極 21 及びゲートパッド 22 はそれぞれ下層のクロム膜 211、221 と上層のアルミニウム-ネオジ

ム合金膜212、222とからなっており、ゲートパッド部分の上層のアルミニウム-ネオジム合金膜222は除去されている。図面には示されていないが、ゲート線20もまたクロム膜とアルミニウム-ネオジム合金膜の二重膜で形成されている。ここで、ゲートパッド22は外部からの走査信号をゲート線20に伝達する。

【0013】ゲートパターン20、21、22上にはゲート絶縁膜30が形成されており、このゲート絶縁膜30はゲートパッド22の下層のクロム膜221を露出する接触孔72を有している。ゲート電極21の上部のゲート絶縁膜30上には水素化された非晶質シリコン層40及びn<sup>+</sup>型の不純物で高濃度にドーピングされ水素化された非晶質シリコン層51、52がゲート電極21を中心にして両側に形成されている。

【0014】ゲート絶縁膜30上にはまた、縦にデータ線60が形成されており、その一端部にはデータパッド63が形成されて下部からの画像信号を伝達する。データ線60の分枝であるソース電極61がドーピングされた非晶質シリコン層51上に形成されており、ソース電極61の向い側に位置したドーピングされた非晶質シリコン層52上にはドレイン電極62が形成されている。データ線60、ソース電極及びドレイン電極61、62、データパッド63を含むデータパターンはモリブデン-タンタム合金膜からなっている。

【0015】データパターン60、61、62、63及びこのデータパターンで覆えない非晶質シリコン層40上には保護膜70が形成されており、この保護膜70にはゲートパッド22の下層のクロム膜221、ドレイン電極62、データパッド63を露出する接触孔72、71、73がそれぞれ形成されている。

【0016】最後に、保護膜70上には、接触孔71を通じてドレイン電極62と連結され、かつITOで作られた画素電極80と、露出したゲートパッド22の下層のクロム膜221と接続されて外部からの信号をゲート線20に伝達するゲートパッド用ITO電極81と、データパッド63と接続されて外部からの信号をデータ線60に伝達するデータパッド用ITO電極82とが形成されている。

【0017】以下、図1乃至図4に示したような薄膜トランジスタ基板の製造方法について説明する。図5A乃至図8Cは本発明の実施例による薄膜トランジスタ基板の製造方法を示した断面図である。図面番号で添付符号A、B、Cはそれぞれ薄膜トランジスタ部分、ゲートパッド部分及びデータパッド部分を示す。本実施例で提示する製造方法は5枚のマスクを利用した製造方法である。

【0018】まず、図5A乃至図5Cに示したように、透明な絶縁基板10上にクロムとアルミニウム-ネオジム合金を順に積層し、第1マスクを用いて写真エッチングしてゲート線（図示しない）、ゲート電極21及びゲ

ートパッド22を含む二重膜のゲートパターンを形成する。

【0019】ゲートパターンはモリブデン、モリブデン-タンタム合金などで形成することも可能であり、アルミニウムまたはアルミニウム合金のうちの一つの物質と、モリブデンまたはモリブデン-タンタム合金のうちの一つの物質とからなる二重膜またはクロムとアルミニウムとの二重膜で形成することも可能である。

【0020】図6Aに示したように、窒化シリコンからなるゲート絶縁膜30、水素化された非晶質シリコン層40及びn型の不純物で高濃度にドーピングされ水素化された非晶質シリコン層50を順に積層した後、ドーピングされた非晶質シリコン層50及び非晶質シリコン層40を第2マスクを用いて写真エッチングする。この時、ゲート絶縁膜30は全面にわたって形成されるので、図6B及び図6Cに示したように、ゲートパッド部分とデータパッド部分もゲート絶縁膜30で覆われるようになる。

【0021】図7A乃至図7Cに示したように、ドーピングされた非晶質シリコン層50上にモリブデンまたはモリブデン-タンタム合金などの金属膜を積層した後、第3マスクを用いて湿式エッチングしてデータ線（図示しない）、ソース電極61及びドレイン電極62、データパッド63を含むデータパターンを形成する。

【0022】データパターンはクロム、タンタル、アルミニウム、アルミニウム合金など種々の導電物質からなることができ、クロムとモリブデンまたはモリブデン合金のうちの一つを組合わせた二重膜で形成することも可能である。

【0023】次いで、ソース/ドレイン電極61、62をマスクにして、露出しているドーピングされた非晶質シリコン層50をプラズマ乾式エッチングして、ゲート電極21を中心にして両側に分離させる一方、ドーピングされた両側の非晶質シリコン層51、52間の非晶質シリコン層40を露出させる。

【0024】この時、データパターンをアルミニウムまたはアルミニウム合金を用いて形成する場合、露出するゲート絶縁膜30とデータパターン60、61、62、63とに対するドーピングされた非晶質シリコン層50のエッチング選択比が優秀で、ドーピングされた非晶質シリコン層50と非晶質シリコン層40に対するエッチング速度を制御するためには、フッ化物気体（SF<sub>6</sub>、CF<sub>4</sub>など）と塩化物気体（HCl、Cl<sub>2</sub>など）との混合気体を用いる。しかし、このような気体、特に塩化物気体を用いる場合、ドーピングされた非晶質シリコン層をエッチングする時、アルミニウムまたはアルミニウム合金の表面が露出することにより、塩化物気体が残留したり接触してアルミニウムまたはアルミニウム合金を腐食させるため、配線が断線する可能性が高くなる。この

ような問題点を改善するために酸素プラズマ工程を適用するのが好ましい。

【0025】図9は乾式エッチング用気体に対するアルミニウムまたはアルミニウム合金からなる配線の腐食を示した図表である。図9に示したように、乾式エッチング用気体として $\text{Cl}_2 + \text{SF}_6$ 、 $\text{HCl} + \text{SF}_6$ 、 $\text{HCl} + \text{CF}_4$ のみを適用する場合には腐食が発生することを表し、乾式エッチング用気体として $\text{Cl}_2 + \text{SF}_6$ を用いて酸素プラズマを適用した結果、腐食が発生しないことを表している。

【0026】このような結果から、塩化物気体を含む乾式エッチング用気体として用いる場合、酸素プラズマ工程を実施することによってアルミニウムまたはアルミニウム合金の腐食を防止することができることがわかる。この時、酸素プラズマ工程において、 $\text{CH}_4$ 、 $\text{SF}_6$ 、 $\text{C}_2\text{F}_6$ 、 $\text{CHF}_3$ 、 $\text{C}_2\text{F}_8$ などの気体を微量含めることが可能である。

【0027】図10及び図11は酸素プラズマ工程を実施した場合の薄膜トランジスタの電圧-電流の特性を示したグラフである。ここで、酸素プラズマ工程を適用する際の電力はそれぞれ500、800、1000 wattsであり、圧力はそれぞれ400、600、800、1000 mTorrである。

【0028】図10及び図11に示したように、酸素プラズマ処理を施した場合、オフ電流 $I_{\text{off}}$ は0.2 pA以下であり、オン電流 $I_{\text{on}}$ は2.0~2.2  $\mu\text{A}$ 間で測定され、降伏電圧 $V_{\text{th}}$ は3~3.7 V間で測定され、勾配は99~101範囲内で測定された。

【0029】従って、図9乃至図11の結果から、酸素プラズマ工程を適用する場合、アルミニウムまたはアルミニウム合金からなる配線の腐食を防止して配線の断線を防ぐことができ、薄膜トランジスタの特性が低下しない条件で良好な結果が測定されることがわかる。

【0030】このように、データパターンをマスクにしてドーピングされた非晶質シリコン層をエッチングし、乾式エッチングの際にアルミニウムまたはアルミニウム合金の腐食を防止するために酸素プラズマ工程を適用する方法は、平面駆動方式を適用する液晶表示装置、すなわち、二つの基板のうち、一つの基板に形成された共通電極及び画素電極を利用して液晶を駆動する液晶表示装置の製造方法にも同様に適用される。また、アルミニウムまたはアルミニウム合金を含む二重膜でデータパターンを形成する場合においても同様に適用することができる。ここで、酸素プラズマ工程は原位置のまま (in-situ) で実施する。

【0031】また、データパターンをモリブデンまたはモリブデン-タングステン合金を用いて形成する場合、ドーピングされた非晶質シリコン層50をエッチングするための乾式エッチング用気体はモリブデンやモリブデン-タングステン合金膜を容易にエッチングするので、

これのエッチング速度が100 Å/min以下となるようにエッチング用気体を選択しなければならない。ハロゲン化水素気体と $\text{CF}_4$ 、 $\text{CHF}_3$ 、 $\text{CHClF}_2$ 、 $\text{CH}_3\text{F}$ 及び $\text{C}_2\text{F}_6$ のうちの少なくとも一つの気体がこれに適合し、特に $\text{CF}_4 + \text{HCl}$ 気体を用いるのが好ましい。

【0032】図12は常圧下で耐火性金属ハロゲン化合物の揮発及び昇華温度を示した図表であり、図13は本発明の第1実施例による薄膜トランジスタの製造方法のうちの乾式エッチング用気体に対するモリブデン-タングステン合金のエッチング速度を示した図表である。図12でsと示したものは昇華温度である。

【0033】ソース/ドレイン電極をマスクにしてドーピングされた非晶質シリコン層をエッチングする工程では、ドーピングされた水素化非晶質シリコン (n<sup>+</sup>a-Si:H) と水素化非晶質シリコン (intrinsic a-Si:H) に対する十分なエッチング速度を確保しながら、非晶質シリコン層の下部膜である窒化シリコンなどからなるゲート絶縁膜との十分な選択比を持たせるためには、フッ化物気体 ( $\text{SF}_6$ 、 $\text{CF}_4$ など) と塩化物気体 ( $\text{HCl}$ 、 $\text{Cl}_2$ など) との混合気体を用いなければならない。しかし、図12に示したように、耐化学性金属であるモリブデンやタングステンのハロゲン化合物である $\text{WF}_6$ 、 $\text{WCl}_6$ 、 $\text{MoF}_6$ 、 $\text{MoCl}_5$ または酸化ハロゲン化合物である $\text{WOF}_4$ 、 $\text{WOC l}_4$ 、 $\text{MoOF}_4$ 、 $\text{MoOCl}_4$ の揮発温度や昇華温度が低いため、非晶質シリコンがエッチングされる間に相当量のモリブデン-タングステン合金膜が同時にエッチングされることにより、エッチング量のモニタリングが不可能となり、エッチングチャンバを汚染させて異物質 (particle) が発生するなどの現象が生じる。一方、ハロゲン化シリコン $\text{SiF}_4$ 、 $\text{SiCl}_4$ の揮発温度は-85度と60度であって非常に低く、ハロゲン化アルミニウム $\text{AlF}_3$ 、 $\text{AlCl}_3$ の場合は昇華温度が1290度と180度という高い温度である。

【0034】図13に示したように、乾式エッチング用気体として $\text{HCl} + \text{SF}_6$ を用いる場合、200~610 Å/min程度のエッチング速度でデータパターン61、62のモリブデン合金が多量にエッチングされ、 $\text{Cl}_2 + \text{SF}_6$ を用いる場合には150~320 Å/min程度のエッチング速度を表した。

【0035】水素化非晶質シリコンはフッ素と塩素プラズマ工程で共に揮発性の高い物質を形成することができるが、図12に示したように、モリブデン-タングステン合金の場合は常圧下でフッ化物 $\text{MoF}_6$ 、 $\text{MoOF}_4$ 、 $\text{WF}_6$ 、 $\text{WOF}_4$ の揮発温度は低いが、塩化物 $\text{MoCl}_5$ 、 $\text{MoOCl}_4$ 、 $\text{WCl}_6$ 、 $\text{WOC l}_4$ の揮発温度は相対的に高いため、主にフッ素化合物 (特に $\text{SF}_6$ ) を用いたプラズマ工程に弱いことがわかる。また、図13に示したように、モリブデン-タングステン合金においてタングステン含量が増加する時にエッチング量が多少増

加する傾向を表すが、これはフッ化タングステン $WF_6$ の揮発温度がフッ化モリブデン $MoF_6$ のそれより低い  
ため、タングステンの含量が増加する時にエッチング速度が増加するという一般の予想とも一致する。相対的に $SF_6+Cl_2$ 気体を用いた場合に比べて $SF_6+HCl$ 気体を用いた場合のエッチング量が多少少ないが、これは $Cl_2$ に比べて $HCl$ 気体が $Cl$ イオン生成度が低いからである。しかし、 $SF_6$ 気体をフッ素イオンのソースとして用いる場合には重合が容易になされないため、いずれの場合においてもモリブデン-タングステン合金が多くエッチングされる結果を表している。

【0036】一方、 $CF_4+HCl$ 気体を用いる場合、モリブデン-タングステン合金のエッチング量を減らすことができる。図14は $CF_4+HCl$ 気体を用いた場合のモリブデン-タングステン合金のエッチング速度を示したグラフである。この時のエッチング条件は80パスカルの圧力と800ワットの電力であり、 $CF_4+HCl$ 気体の流量は500 sccmである。

【0037】図14に示したように、乾式エッチング用気体として $HCl+CF_4$ を用いる場合、15~80Å/min程度のエッチング速度でデータパターン61、62のモリブデン合金がエッチングされた。

【0038】このような結果を図13と比較すると、 $HCl+SF_6$ または $Cl_2+SF_6$ を用いる場合より、非常に少ない量がエッチングされることがわかる。これは $HCl$ 気体のHがモリブデン-タングステン合金の主要エッチング成分であるフッ素の濃度を減少させると共に、エッチング表面にフッ化炭素重合体膜 $[-(CF)_2-]$ を吸着させる重合効果を強化させることによってエッチング速度を減少させているのである。また、一般に $CF_4$ を用いた場合は $SF_6$ 気体を用いた場合に比べてエッチング速度が遅い。これは、このようなイオン化条件で $CF_4$ 気体に比べて $SF_6$ 気体が多い自由フッ素イオンを生成することにより、同一条件でフッ素イオンの濃度に差が出るのが原因であると考えられる。特に $HCl$ 気体と混合される場合、フッ化炭素重合体膜の生成が強化されてエッチング速度が低くなり、高いフッ素対炭素比(F/C)でエッチングが起こるモリブデン-タングステン合金の場合にはエッチング速度が急激に減少する。従って、 $CF_4+HCl$ 気体を用いる場合、モリブデン-タングステン合金のエッチング量を著しく減少することができる。

【0039】図15乃至図17は、図13のように $CF_4+HCl$ 気体を用いてドーピングされた非晶質シリコン層を乾式エッチングする場合、圧力、電力、流量に応じたエッチング速度と均一度を示した。

【0040】図15は圧力を変化させながらエッチング量と均一度を測定したグラフであって、圧力の増加に応じてエッチング量が徐々に増加し、800mTorrの圧力下では均一度が大きく増加することがわかる。

【0041】図16に示したように、電力を増加させる場合においてもエッチング量は徐々に増加し、1000ワットの電力を用いた場合に均一度が最も良好であることがわかる。

【0042】図17に示したように、 $CF_4+HCl$ 気体の流量を高める場合には均一度が増加し、流量が600 sccmの際にエッチング量は最大になることと表している。

【0043】上記のような結果から、 $CF_4+HCl$ 気体を用いる条件ではデータ配線としてモリブデン-タングステン合金を適用しても、ドーピングされた非晶質シリコンをエッチングする間にマスクとして用いられるモリブデン-タングステン合金膜のエッチング量を50Å以下に保持することができる。

【0044】図18は $CF_4+HCl$ 気体を用いてドーピングされた非晶質シリコン層をエッチングした薄膜トランジスタの特性を測定したグラフである。-5Vのゲート電圧でオフ電流は10pA以上を表し、20Vのゲート電圧でオン電流は4μA以上の値を表している。結果的に、オン状態の電流特性は良好であるが、オフ状態の電流特性は満足な結果が得られない。しかし、保護膜を蒸着する前に水素プラズマ工程を実施する場合、オフ状態の電流特性を回復することができる。これはドーピングされた非晶質シリコン層をエッチングした後、チャンネル部の表面にモリブデンやタングステン金属のイオン拡散とケイ化物(silicide)の形成や金属エッチング副産物の再蒸着などで伝導性のある層が数乃至数十Å以内に形成され、その後、水素プラズマ工程を実施する時に除去されるか希釈されることによってチャンネル部の界面特性が向上したためと推定される。

【0045】保護膜を蒸着する前に原位置のまま(in-situ)でヘリウムプラズマ工程を実施する場合、よりよい結果が得られる。

【0046】図19はヘリウムプラズマ工程を実施した場合の薄膜トランジスタの電圧-電流特性を示したグラフである。図19に示したように、ヘリウムプラズマ処理を施した場合、水素プラズマ処理を施した場合と同一程度のIoff改善効果が得られることがわかる。すなわち、Ioff電流が1pA以下に低くなった。それだけでなく、ヘリウムプラズマ処理を施した場合、水素プラズマ処理を施した場合に発生するIon特性の低下が表れなかった。これは $HCl+CF_4$ 気体を用いる条件が多量の炭素重合体を形成させながら金属配線を保護し、フッ素ラジカルを利用してシリコン膜をエッチングする条件であるため、効果的に重合体を除去しなければ薄膜トランジスタの特性低下現象を防止することできない。このためには、エッチングの際に固まった重合体を弱化させた後、洗浄工程と熱処理(annealing)工程を通じて除去しなければならない。図19に示した結果はこのような事実を裏付けるものであり、図20は $HCl$



+CF<sub>4</sub>気体を用いたエッチング条件でエッチング直後に確認された化合物の種類と量を示す。図20からわかるように、Moイオンが最も多い量を占め、MoO、MoOH、MoCなどの化合物が検出される。このような化合物が生成、揮発しながら配線を保護する役割を果たすことによってエッチング量を減らし、また、このような化合物によって薄膜トランジスタの特性を低下させる現象が引き起こされる。

【0047】上述した方法、すなわち、水素またはヘリウムプラズマ処理方法は、乾式エッチング工程を実施した後の薄膜トランジスタの特性低下現象を防止するために2次的に実施する工程である。しかし、乾式エッチング工程のみで薄膜トランジスタの特性低下現象を防止することができる。この時、乾式エッチング用気体は塩素系気体とフッ素系気体と酸素とを混合した気体であり、より望ましくはHCl+CF<sub>4</sub>+O<sub>2</sub>気体を用いる。これについて詳細に説明する。

【0048】図21及び図22は、HCl+CF<sub>4</sub>気体を用いてドーピングされた非晶質シリコン層を乾式エッチングする工程を反復的に実施した場合のモリブデントングステン合金のエッチング量と非晶質シリコン層のエッチング速度を示したグラフである。図21は図22の場合よりも高い圧力で実施した結果である。

【0049】ここで、横軸は乾式エッチングを実施した回数を示し、15回の測定結果であり、縦軸の右側は非晶質シリコン層のエッチング速度であり、縦軸の左側はモリブデントングステン合金のエッチング量を抵抗で示したものである。

【0050】図21及び図22に示したように、乾式エッチングを反復的に数回実施することによって非晶質シリコン層のエッチング速度は減少し、モリブデントングステン合金のエッチング量は、抵抗が減少することを示すことから、低くなると判断される。これは乾式エッチングが実施される時、重合体が多量に形成されると共にモリブデンを含む化合物が形成されるが、円滑に排気できなくてエッチング用チャンバ内に残留することにより、非晶質シリコン層がエッチングされることを妨害するからである。また、この時、金属エッチングの副産物の再蒸着などで伝導性を有する膜が形成されるからである。図22に示したように、圧力を低めると、高い圧力の場合より重合体の排出が円滑になされることにより、非晶質シリコン層のエッチング速度が700Å/min以上で図21の場合より改善されたことを示した。しかし、依然として低い圧力の条件でもモリブデンを含む化合物は除去されないため、薄膜トランジスタのIoff特性は改善できなかった。これを改善するためにHCl+CF<sub>4</sub>気体に酸素を追加した。

【0051】図23乃至図26はHCl+CF<sub>4</sub>気体に酸素を追加した場合、非晶質シリコン層とモリブデントングステン合金のエッチング量を測定したグラフ及び

図表である。図23及び図24はHClが200sccm、CF<sub>4</sub>が50sccmの場合であり、図25及び図26はHClが200sccm、CF<sub>4</sub>が200sccmの場合である。ここで、圧力は400mTorr、電力は800ワット、時間は60secの同一条件下であり、酸素量は0~100sccmの範囲での20、50、100sccmそれぞれのエッチング比とエッチング量を測定した。

【0052】まず、図23及び図24に示したように、酸素量が20sccmである場合は589及び650Å/minと類似した値を示し、50及び100sccmに増加させる場合には非晶質シリコン層及びモリブデントングステン合金のエッチング速度が互いに大きな差を示し、エッチング選択比が増加することが示された。ここで、エッチング速度が負の値で示されることから、多量の重合体が形成されることがわかる。これを通じ、酸素気体量が増加すると、非晶質シリコン層とモリブデントングステン合金のエッチング選択比が向上することがわかる。

【0053】以下、図25及び図26に示したように、CF<sub>4</sub>気体を200sccmに増加させる場合においても非晶質シリコンとモリブデントングステン合金のエッチング選択比が向上することがわかり、酸素量を増加させる場合にはモリブデントングステン合金のエッチング量が増加してから減少することを示した。酸素量が100sccmである場合には多量の重合体が形成されることがわかる。

【0054】結局、酸素量を100sccm以下の範囲で添加し、CF<sub>4</sub>気体量を調節することにより、非晶質シリコンとモリブデンまたはモリブデントングステン合金の良好なエッチング選択比が得られることがわかる。この時、酸素の流量はCF<sub>4</sub>の流量の1/5以下であるのが好ましい。

【0055】図27及び図28はHCl+CF<sub>4</sub>+O<sub>2</sub>を乾式エッチング用気体として用いた場合の薄膜トランジスタの特性を示したグラフである。ここで、圧力は400mTorr、電力は800ワット、HClは200sccm、CF<sub>4</sub>は200sccm、O<sub>2</sub>は100sccm以下、時間は80secの条件で実施した。

【0056】図27及び図28に示したように、Ioff特性は、ヘリウムプラズマ処理及び酸素を添加しない場合に最も悪い値が測定され、酸素を添加した場合に最も良好である。Ion特性も酸素を添加した場合に良好であり、しきい電圧も最も高い。

【0057】図29はHCl+CF<sub>4</sub>+O<sub>2</sub>気体を用いてドーピングされた非晶質シリコン層を乾式エッチングする工程を反復的に進行した場合、モリブデントングステン合金のエッチング量と非晶質シリコン層のエッチング速度を示したグラフである。

【0058】ここで、横軸は乾式エッチングを進行した



回数を示し、15回測定した結果であり、縦軸の右側は非晶質シリコン層のエッチング速度であり、縦軸の左側はモリブデン-タングステン合金のエッチング量を抵抗で示したものである。

【0059】図29に示したように、 $\text{HCl} + \text{CF}_4 + \text{O}_2$  気体を用いて乾式エッチングを実施する場合には、モリブデン-タングステン合金の抵抗及び非晶質シリコンのエッチング速度が毎回異なっている。これは、図21及び22とは著しく異なっている。

【0060】このような結果を通じ、 $\text{HCl} + \text{CF}_4 + \text{O}_2$  気体を用いて乾式エッチングを実施する場合には、追加的なプラズマ処理を施すことなく一回の乾式工程で薄膜トランジスタの特性を向上させることができる。また、反復的に工程回数が増加するほど発生する非晶質シリコンのエッチング速度及びモリブデンまたはモリブデン合金のエッチング量の減少を防止することができる。

【0061】次に、図8A乃至図8Cに示したように、保護膜70を積層した後、第4マスクを利用して絶縁膜30と共に写真エッチングし、ドレイン電極62を露出する接触孔71を形成し、ゲートパッド22とデータパッド63も露出させる。この時、ゲートパッド22の上層のアルミニウム-ネオジウム合金膜222はパッド用の物質として適当でないから共に除去し、下層のクロム膜221を露出させる。

【0062】最後に、図2乃至図4に示したように、ITOを積層し、第5マスクを利用して乾式エッチングし、接触孔71を通じてドレイン電極62と接続された画素電極80を形成し、ゲートパッド22及びデータパッド63とそれぞれ接続するゲートパッド用ITO電極81及びデータパッド用ITO電極82を形成する。

【0063】ゲートパッド22の上層をモリブデン合金膜で形成するなら、ゲートパッドの上層を除去する必要はない。

【0064】本発明の第1実施例とは異なり、フォトレジストパターンをマスクにしてドーピングされた非晶質シリコン層をエッチングし、フォトレジストパターンを除去した後、ヘリウムプラズマ工程を実施することも可能である。本発明の第2実施例ではこのような製造方法を提示する。

【0065】図30は本発明の第2実施例による薄膜トランジスタの製造方法を示した断面図である。本発明の第2実施例においては、図30に示したように、フォトレジスト900をマスクにして湿式エッチング方法を通じ、モリブデン合金からなる金属膜をパターンニングすることでデータパターン610、620を形成した。次いで、データパターン610、620がエッチングされることを防止するために、フォトレジスト900を除去しない状態で、これをマスクにしてドーピングされた非晶質シリコン層500をエッチングし、乾式エッチング用気体としては $\text{HCl} + \text{SF}_6$ を用いた。

【0066】ここで、フォトレジスト900を除去しなかったため、ソース/ドレイン電極610、620のモリブデン合金はエッチングされなかったが、両側に分離されているソース/ドレイン電極610、620間の側面の一部はエッチングされ、ソース/ドレイン電極610、620とその下層のドーピングされた非晶質シリコン層との間が直線形ではない階段形でパターンが形成される。

【0067】このような製造方法においては、乾式エッチングで硬化しているフォトレジスト900を除去するために、酸素気体を用いた灰化 (ashing) 工程を追加し、灰化工程以降に原位置のまま (in-situ) でヘリウムプラズマ工程を実施する。

【0068】図31はドーピングされた非晶質シリコン層のエッチング量を比較するために、いろいろの条件を利用して実験した結果を示した図表であり、図32は図31と同様の条件で形成した薄膜トランジスタのEDS (electric data system) テスト結果を示す。EDSテストはパネル製造後の電気的な特性、すなわち、TFTの特性のうちのIoff、Ion、Vth、Gradient、抵抗、静電容量などをTEG (test element group) 部位で測定してパネルの特性及び性能を評価することを示し、この時、Ioffは-5Vのゲート電圧と10Vのソース/ドレイン電圧を印加した時のドレインに流れる電流量を示し、これは小さいほど有利であり、Ionは20Vのゲート電圧と10Vのソース/ドレイン電圧を印加した時のドレインに流れる電流量を示し、これは大きいほど有利である。Vthはしきい電圧であり、Gradientはしきい電圧を求める直線の傾きを示す。これらの値に基づいて電子の移動度を計算することができ、図33はこれを示した図表である。

【0069】図31に示したように、条件1はデータパターン上のフォトレジストを先に除去した後、ドーピングされた非晶質シリコン層をエッチングし、ヘリウムプラズマ工程を実施した場合であり、この時、ドーピングされた非晶質シリコン層は1、283Åがエッチングされた。条件2と条件3は、条件1と類似して先にフォトレジストを除去した後に $\text{CF}_4 + \text{HCl}$  気体を用いてドーピングされた非晶質シリコン層をエッチングした後、灰化によって薄膜トランジスタの特性が変化することを調べるために灰化処理を施すか (条件2)、灰化後にインーシチュでヘリウムプラズマ処理を施したものである (条件3)。いずれの場合においてもドーピングされた非晶質シリコン層のエッチング量は1、289Åとなった。

【0070】条件4乃至条件6は共に、データパターンを形成するために設けたフォトレジストパターンを残した状態で、このフォトレジストパターンをマスクにしてドーピングされた非晶質シリコン層をエッチングした場合である。条件4の場合はドーピングされた非晶質シリ

コン層をエッチングし、ヘリウムプラズマ工程は実施しない状態で酸素気体を用いた灰化工程を実施した場合であって、この時のドーピングされた非晶質シリコン層は1,154~1,167 Å程度にエッチングされた。条件5の場合は $\text{CF}_4 + \text{HCl}$ 気体を用いてドーピングされた非晶質シリコン層をエッチングし、灰化を行った後に水素プラズマ工程を実施した場合であって、ドーピングされた非晶質シリコン層のエッチング量は1,166 Åであった。最後に、 $\text{CF}_4 + \text{HCl}$ 気体を用いてドーピングされた非晶質シリコン層をエッチングした後、酸素気体を用いて灰化を行い、インーシチュでヘリウムプラズマ処理を施した条件6の場合は、1,114~1,211 Å程度のドーピングされた非晶質シリコン層がエッチングされたことを示した。

【0071】次に、図32に示したEDSテスト結果は、オフ状態の電流は条件4を除いてはすべて1 pA以下を示している。オン状態の電流はインーシチュでヘリウムプラズマ工程を実施した条件6の場合に4 μAで最もいい結果を示す。しきい電圧はヘリウムプラズマ工程を実施した条件3と条件6の場合が2.48乃至2.59程度で他の場合に比べて相対的に低く、しきい電圧を求める直線の傾きであるGradientは条件1から条件6に向けて次第に増加する。接触抵抗はフォトレジストを先に除去した条件1乃至3の場合が、フォトレジストをマスクにしてドーピングされた非晶質シリコン層をエッチングした条件4乃至6の場合に比べて低い。ソース/ドレイン配線の抵抗は反対に、フォトレジストをマスクにしてドーピングされた非晶質シリコン層をエッチングした条件4乃至6の場合が、フォトレジストを先に除去した条件1乃至3の場合に比べて低い。

【0072】図32に示したようなEDSテスト結果に基づいて電子の移動度を計算することができる。電子の移動度は次の式で示す。

$$\text{Mobility } (\mu_{fe}) = (2 * (\text{Grad})^2 * L) / (W * Cj)$$

ここで、LとWはそれぞれ薄膜トランジスタのチャンネルの長さ、幅を示す。図33に示したように、洗浄後の調査で測定したゲート配線の幅は、条件1乃至条件3の場合に9.231 μmで、条件4乃至条件6の場合に9.095 μmであり、データ配線の幅は8.847 μmである。Cjは単位面積当たりの静電容量を示す。設計によるチャンネルの幅と長さはそれぞれ14 μmと3.5 μmであり、実際に測定したチャンネルの幅と長さは条件1乃至条件3の場合に12.847 μmと4.653 μmであり、条件4乃至条件6の場合に12.870 μmと4.630 μmである。

【0073】このようなデータと上記の電子移動度の計算式を利用して条件1乃至6の電子移動度をそれぞれ計算すると、図33に示したように、条件6の場合に0.937~0.961で最も大きく表れることがわかる。

これは測定値を利用して計算したため、誤差が発生し得るが、前述の実験結果とも類似した結果である。

【0074】

【発明の効果】以上説明したように、データパターンまたはデータパターンを形成するためのフォトレジストパターンをマスクにしてドーピングされた非晶質シリコン層を乾式エッチングした後、原位置のままでヘリウムプラズマ工程を実施することにより、薄膜トランジスタのオン状態における電流特性を保持しながらオフ状態の電流特性低下を防止することができる。また、乾式エッチング用気体として $\text{HCl} + \text{CF}_4 + \text{O}_2$ 気体を用いることにより、追加的なプラズマ処理を施さなく一回の乾式エッチング工程で薄膜トランジスタの特性を向上させることができ、反復的エッチング工程を実施しても非晶質シリコンのエッチング速度及びモリブデンまたはモリブデン合金のエッチング量の減少を防止することができる。また、酸素プラズマ工程を実施することにより、アルミニウムまたはアルミニウム合金からなる配線の腐食を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例による薄膜トランジスタ基板の配置図である。

【図2】図1のII-II'線に沿って示した断面図である。

【図3】図1のIII-III'線に沿って示した断面図である。

【図4】図1のIV-IV'線に沿って示した断面図である。

【図5】本発明の第1実施例による薄膜トランジスタ基板の製造方法を示した断面図である。

【図6】本発明の第1実施例による薄膜トランジスタ基板の製造方法を示した断面図である。

【図7】本発明の第1実施例による薄膜トランジスタ基板の製造方法を示した断面図である。

【図8】本発明の第1実施例による薄膜トランジスタ基板の製造方法を示した断面図である。

【図9】乾式エッチング用気体に対するアルミニウム配線の腐食有無を示した図表である。

【図10】酸素プラズマの条件で電力と圧力に応じた薄膜トランジスタの特性を示したグラフである。

【図11】酸素プラズマの条件で電力と圧力に応じた薄膜トランジスタの特性を示したグラフである。

【図12】常圧下で耐火性金属ハロゲン化物の揮発及び昇華温度を示した図表である。

【図13】本発明の第1実施例による薄膜トランジスタの製造方法のうち、乾式エッチング用気体に対するMoWのエッチング速度を示した図表である。

【図14】本発明の第1実施例による薄膜トランジスタの製造方法のうち、他の乾式エッチング用気体に対するMoWのエッチング速度を示したグラフである。

【図15】圧力を変化させて測定したMoWのエッチング速度と均一度を示したグラフである。

【図16】電力を変化させて測定したMoWのエッチング速度と均一度を示したグラフである。

【図17】流量を変化させて測定したMoWのエッチング速度と均一度を示したグラフである。

【図18】水素プラズマ処理前後の薄膜トランジスタの特性を示したグラフである。

【図19】ヘリウムプラズマ処理後の薄膜トランジスタの特性を示したグラフである。

【図20】本発明の第1実施例による薄膜トランジスタの製造過程から検出されるイオンの種類と量を示したグラフである。

【図21】 $\text{HCl} + \text{CF}_4$ 気体を用いてドーピングされた非晶質シリコン層を乾式エッチングする工程を反復的に実施した場合のモリブデン-タングステン合金のエッチング量と非晶質シリコン層のエッチング速度を示したグラフである。

【図22】 $\text{HCl} + \text{CF}_4$ 気体を用いてドーピングされた非晶質シリコン層を乾式エッチングする工程を反復的に実施した場合のモリブデン-タングステン合金のエッチング量と非晶質シリコン層のエッチング速度を示したグラフである。

【図23】 $\text{HCl} + \text{CF}_4$ 気体に酸素を追加した場合、非晶質シリコン層とモリブデン-タングステン合金のエッチング量を測定したグラフ及び図表である。

【図24】 $\text{HCl} + \text{CF}_4$ 気体に酸素を追加した場合、非晶質シリコン層とモリブデン-タングステン合金のエッチング量を測定したグラフ及び図表である。

【図25】 $\text{HCl} + \text{CF}_4$ 気体に酸素を追加した場合、非晶質シリコン層とモリブデン-タングステン合金のエッチング量を測定したグラフ及び図表である。

【図26】 $\text{HCl} + \text{CF}_4$ 気体に酸素を追加した場合、非晶質シリコン層とモリブデン-タングステン合金のエッチング量を測定したグラフ及び図表である。

【図27】 $\text{HCl} + \text{CF}_4 + \text{O}_2$ を乾式エッチング用気体として用いた場合の薄膜トランジスタの特性を示したグラフである。

ラフである。

【図28】 $\text{HCl} + \text{CF}_4 + \text{O}_2$ を乾式エッチング用気体として用いた場合の薄膜トランジスタの特性を示したグラフである。

【図29】 $\text{HCl} + \text{CF}_4 + \text{O}_2$ の気体を用いたモリブデン-タングステン合金のエッチング量と非晶質シリコン層のエッチング速度を示したグラフである。

【図30】本発明の第2実施例による薄膜トランジスタの製造過程を示した断面図である。

【図31】本発明の第2実施例による製造方法と、それによるドーピングされた非晶質シリコン層のエッチング量を示した図表である。

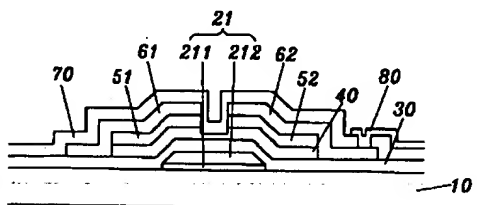
【図32】本発明の第2実施例による薄膜トランジスタのEDSテスト結果を示した図表である。

【図33】本発明の第2実施例による薄膜トランジスタの電子移動度を計算した図表である。

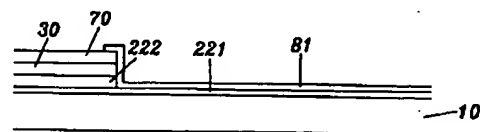
#### 【符号の説明】

- 10 基板
- 20 ゲート線
- 21 ゲート電極
- 22 ゲートパッド
- 30 ゲート絶縁膜
- 50、51、52 ドーピングされた非晶質シリコン層
- 40 非晶質シリコン層
- 60 データ線
- 61 ソース電極
- 62 ドレイン電極
- 63 データパッド
- 70 保護膜
- 71、72、73 接触孔
- 80 画素電極
- 81 ゲートパッド用のITO電極
- 82 データパッド用のITO電極
- 211、221 クロム膜
- 212、222 アルミニウム-ネオジウム合金膜
- 900 フォトリソグ

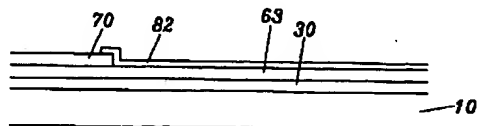
【図2】



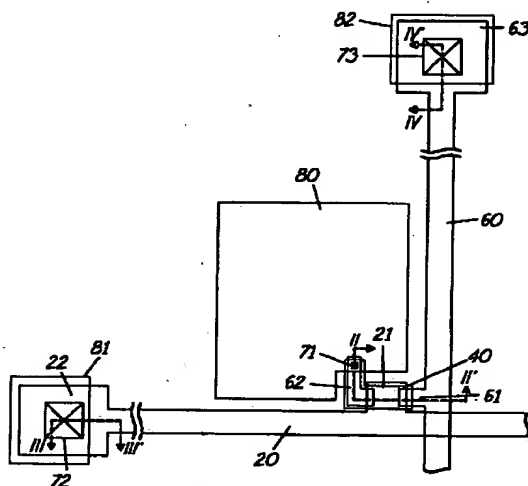
【図3】



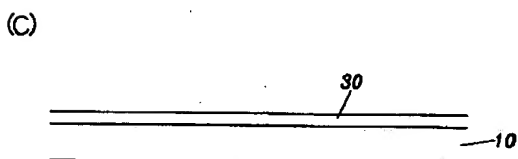
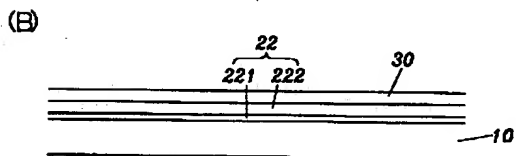
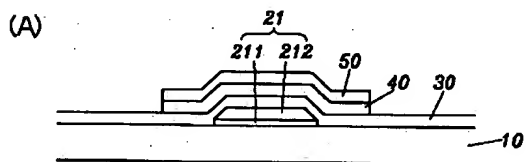
【図4】



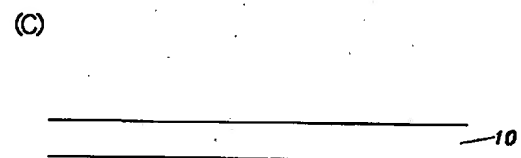
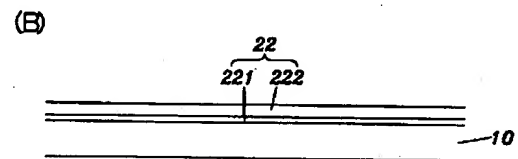
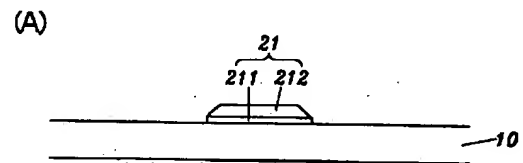
【図 1】



【図 6】



【図 5】



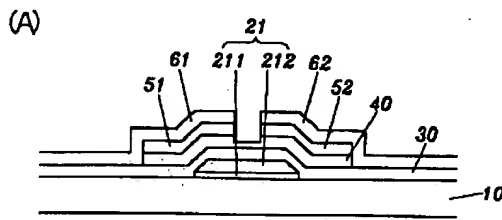
【図 9】

気体種類	腐食
$Cl_2 + SF_6$	有
$HCl + SF_6$	有
$HCl + CF_4$	有
1st: $Cl_2 + SF_6$ 2nd: $O_2$ プラズマ	無

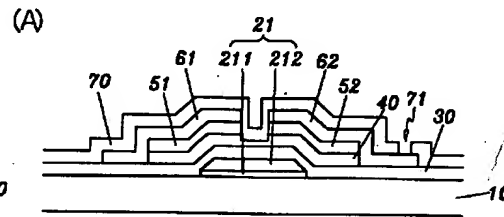
【図 11】

状 態	TFT 特性				勾 配
		$I_{off}$ (pA)	$I_{on}$ ( $\mu A$ )	$V_{th}$ (V)	
電 力 (watts)	500	0.18	2.18	3.1	101
	800	0.2	2.1	3.1	100
	1000	0.2	2.1	3.7	99
圧 力 (mTorr)	400	0.1	2.1	3.0	99
	600	0.1	2.1	3.2	99
	800	0.1	2.1	3.0	101
	1000	0.1	2.0	3.3	99

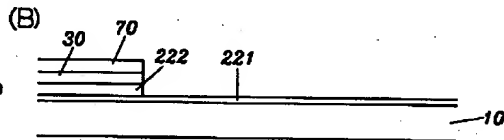
【図7】



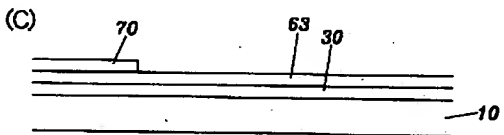
【図8】



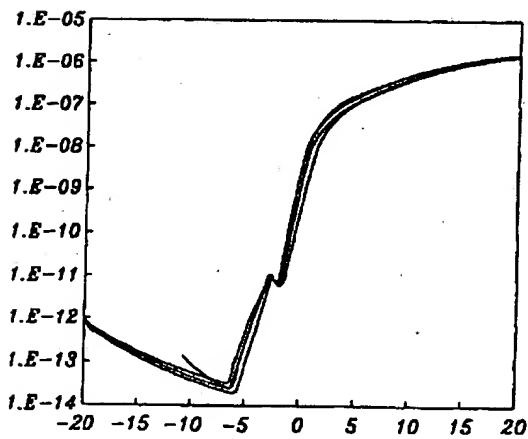
(B)



(C)



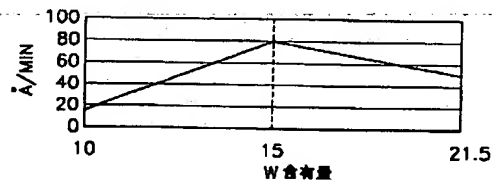
【図10】



【図12】

フッ化物	温度(°C)	塩化物	温度(°C)
WF <sub>6</sub>	20	WCl <sub>6</sub>	345
WOF <sub>4</sub>	190	WOCl <sub>4</sub>	230
MoF <sub>6</sub>	35	MoCl <sub>5</sub>	270
MoOF <sub>4</sub>	180	MoOCl <sub>4</sub>	180
TiF <sub>4</sub>	385(s)	TiCl <sub>4</sub>	135
TaF <sub>5</sub>	230	ToCl <sub>5</sub>	240
SiF <sub>4</sub>	-85	SiCl <sub>4</sub>	60
AlF <sub>3</sub>	1290(s)	AlCl <sub>3</sub>	180(s)

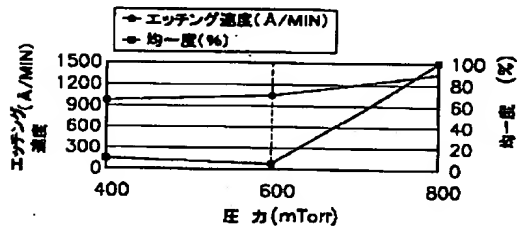
【図14】



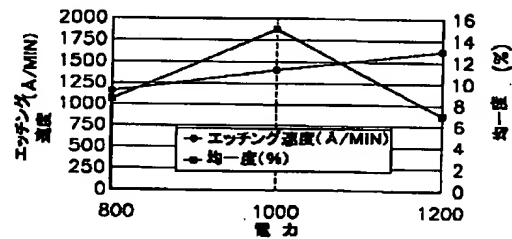
【図13】

MoW含有量 (atm%)	$Cl_2+SF_6$	$HCl+SF_6$
0%	200 Å/min	150 Å/min
0% - 10%	243 Å/min	261 Å/min
10% - 20%	592 Å/min	280 Å/min
20% - 30%	604 Å/min	313 Å/min

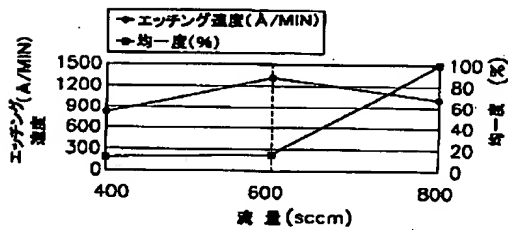
【図15】



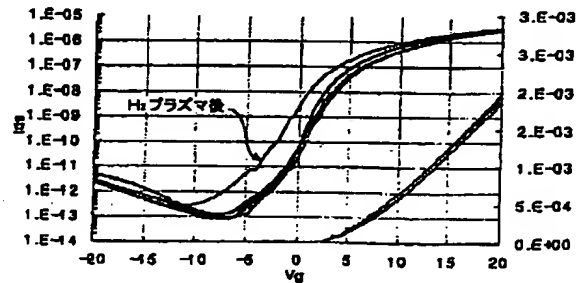
【図16】



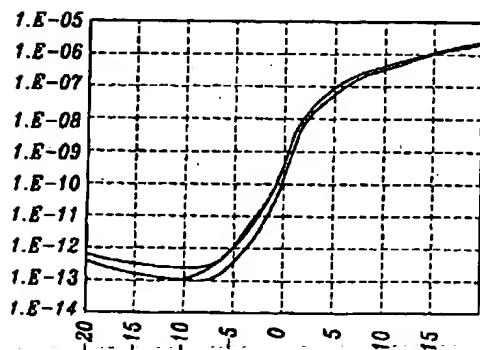
【図17】



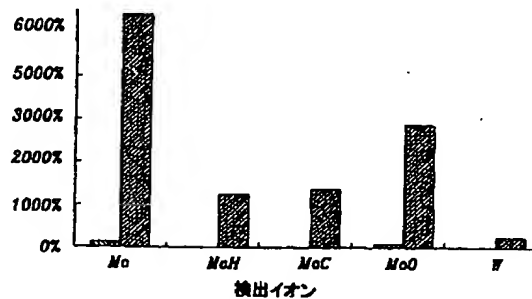
【図18】



【図19】

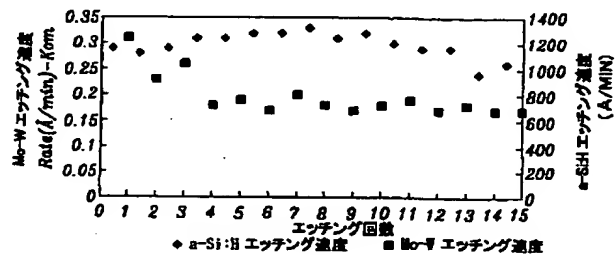


【図20】

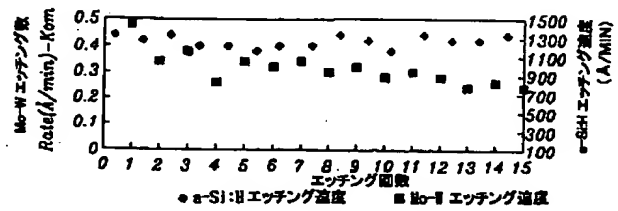


— He プラズマ 1 5  
 — He プラズマ 2 6  
 — He プラズマ 3 7  
 — He プラズマ 4 8

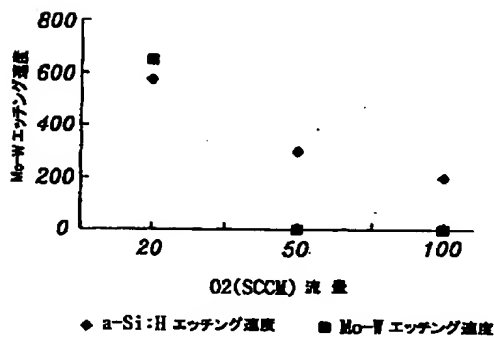
【図21】



【図22】



【図23】



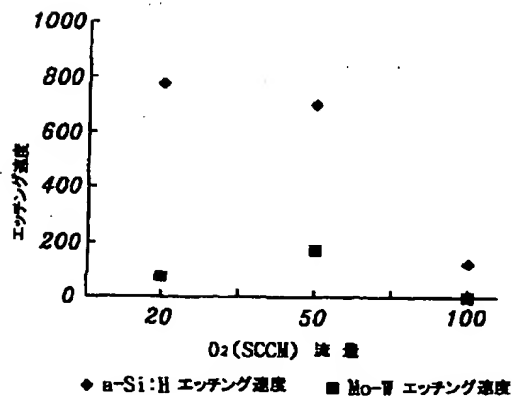
【図24】

O <sub>2</sub> 流量 (SCCM)	エッチング速度 (Å/min)		
	α-Si	Mo-W	
20	598	650	
50	320	-100	多量の 重合体
100	219	-200	

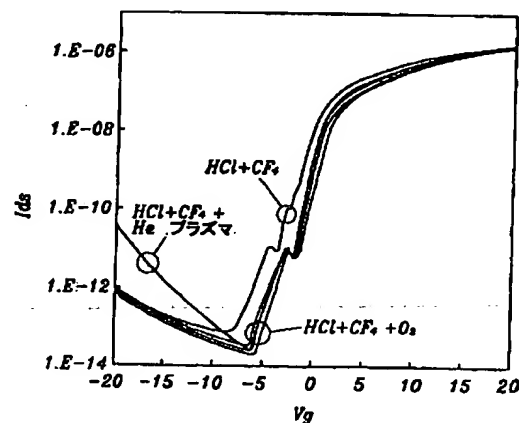
【図26】

O <sub>2</sub> 流量 (SCCM)	エッチング速度 (Å/min)		
	α-Si	Mo-W	
20	771	52	
50	708	-166	多量の 重合体
100	115	-100	

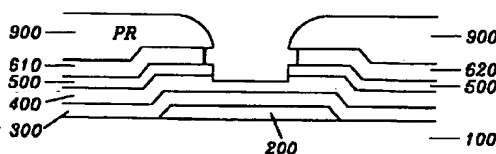
【図25】



【図27】



【図30】

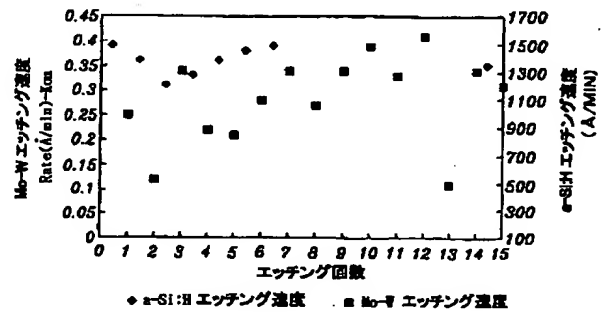




【図28】

条件	T F T 特性			
	$I_{off}(\mu A)$	$I_{on}(\mu A)$	$V_{th}(dc)$	Grad
HCl+CF <sub>4</sub>	2.04	3.47	2.25	128
HCl+CF <sub>4</sub> + He プラズマ	0.4	3.0	2.6	118
HCl+CF <sub>4</sub> + O <sub>2</sub>	0.3	3.22	2.7	123

【図29】



【図32】

条件	$I_{off}(\mu A)$	$I_{on}(\mu A)$	$V_{th}(V)$	Grad	接触抵抗(K $\Omega$ )	S/D 抵抗
1	0.2	2.7	3.01	113	8.18	2.20
2	0.08	2.95	2.88	117	8.60	2.23
	0.24	2.83	2.84	115	9.02	2.23
	0.26	3.01	2.82	119	9.99	2.24
	0.18	2.85	2.97	116	8.62	2.19
3	0.51	3.37	2.48	127	9.58	2.20
	0.63	3.28	2.48	125	8.68	2.19
4	5.68	4.02	2.59	142	17.2	2.19
	1.27	3.97	2.75	141	23.4	2.19
5	0.24	3.67	2.84	133	25.4	2.17
6	0.64	4.11	2.49	144	65.8	2.19
	0.57	4.28	2.53	146	37.7	2.18
	0.68	4.21	2.59	145	25.6	2.18

【図33】

条件	ゲート ACICD	S/D ACICD	Cap	Area ( $\mu m^2$ )	Cl(F/cm)	設計 W	設計 L	実測 W	実測 L	移動度
1	9.231	8.847	0.9	498713.28	$1.56 \times 10^8$	14	3.5	12.847	4.653	0.570
2	9.231	8.847	77.85	498713.28	$1.56 \times 10^8$			12.847	4.653	0.644
			77.75	498713.28	$1.56 \times 10^8$					0.614
			77.06	498713.28	$1.56 \times 10^8$					0.664
			76.91	498713.28	$1.56 \times 10^8$					0.638
3	9.231	8.847	77.68	498713.28	$1.56 \times 10^8$			12.847	4.653	0.750
			77.27	498713.28	$1.56 \times 10^8$					0.731
4	9.095	8.847	76.08	498521.21	$1.56 \times 10^8$			12.870	4.630	0.951
5	9.095	8.847	77.72	498521.21	$1.56 \times 10^8$			12.870	4.630	0.918
			79.01	498521.21	$1.56 \times 10^8$					0.803
6	9.095	8.87	78.87	498521.21	$1.56 \times 10^8$			12.870	4.630	0.942
			79.57	498521.21	$1.56 \times 10^8$					0.961
			80.45	498521.21	$1.56 \times 10^8$					0.937

【図31】

条 件	P.R 条件	n <sup>+</sup> a-Si 層エッチング条件		エッチング量 (Å)
		エッチング	灰 化	
1	P.R 除去後 n <sup>+</sup> a-Si 層 エッチング	エッチング+He プラズマ	X	1283
2		エッチング(CF <sub>4</sub> +HCl) +He プラズマ	灰 化	1289
3		エッチング(CF <sub>4</sub> +HCl)	灰 化+ 原位置 He プラズマ	
4	P.R が 覆われた 状態で n <sup>+</sup> a-Si 層 エッチング	エッチング	灰 化	1154
5		エッチング(CF <sub>4</sub> +HCl)	灰化+ He プラズマ	1167
				1166
6	エッチング(CF <sub>4</sub> +HCl)	灰 化+ 原位置 He プラズマ	1114	
			1114	
			1211	

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 7 部門第 2 区分

【発行日】平成 13 年 4 月 20 日 (2001. 4. 20)

【公開番号】特開平 11-274514

【公開日】平成 11 年 10 月 8 日 (1999. 10. 8)

【年通号数】公開特許公報 11-2746

【出願番号】特願平 11-23336

【国際特許分類第 7 版】

H01L 29/786

21/336

G02F 1/136 500

H01L 21/3065

【F I】

H01L 29/78 616 L

G02F 1/136 500

H01L 21/302 J

29/78 627 Z

【手続補正書】

【提出日】平成 11 年 9 月 22 日 (1999. 9. 22)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】基板上にゲート電極を形成する段階と、前記ゲート電極を覆うゲート絶縁膜を形成する段階と、前記ゲート電極上の前記ゲート絶縁膜上に非晶質シリコン層を形成する段階と、前記非晶質シリコン層上にドーピングされた非晶質シリコン層を形成する段階と、前記ドーピングされた非晶質シリコン層上に前記非晶質シリコン層を中心にして両側にソース電極とドレイン電極とを形成する段階と、前記ドーピングされた非晶質シリコン層を乾式エッチングする段階と、酸素プラズマ工程を実施する段階と、を含む薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項 2】前記酸素プラズマ工程は前記乾式エッチング段階以降に原位置のままで実施する請求項 1 に記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項 3】前記ソース電極及びドレイン電極はアルミニウムまたはアルミニウム合金の単一膜またはこれらを含む二重膜で形成する請求項 1 または 2 に記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項 4】前記酸素プラズマを実施する段階における圧力は 1000mTorr 以下である請求項 1～3 のい

ずれかに記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項 5】前記酸素プラズマ工程を実施する段階における電力は 1000 ワット以下である請求項 4 に記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項 6】前記乾式エッチング段階で用いられるエッチング用の気体は C1 気体を含む請求項 1～5 のいずれかに記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項 7】前記酸素プラズマ工程を実施する段階において、CH<sub>4</sub>、SF<sub>6</sub>、C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>、CHF<sub>3</sub>、C<sub>2</sub>F<sub>8</sub> 気体を追加することも可能である請求項 6 に記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項 8】基板上にゲート電極を形成する段階と、前記ゲート電極を覆うゲート絶縁膜を形成する段階と、前記ゲート電極上の前記ゲート絶縁膜上に非晶質シリコン層を形成する段階と、前記非晶質シリコン層上にドーピングされた非晶質シリコン層を形成する段階と、前記ドーピングされた非晶質シリコン層にソース電極とドレイン電極とを形成する段階と、前記ソース電極とドレイン電極とをマスクにして前記ドーピングされたシリコン層を HCl + CF<sub>4</sub> + O<sub>2</sub> 気体を用いて乾式エッチングする段階と、を含む薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項 9】前記ソース電極及びドレイン電極はモリブデンまたはモリブデン-タングステン合金の単一膜またはこれらを含む二重膜で形成する請求項 8 に記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項 10】前記 O<sub>2</sub> の流量は前記 CF<sub>4</sub> 流量の 1/5 以下である請求項 8 または 9 に記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項11】前記 $O_2$ の流量は100sccm以下である請求項8～10のいずれかに記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項12】基板上にゲート電極を形成する段階と、前記ゲート電極を覆うゲート絶縁膜を形成する段階と、前記ゲート電極上の前記ゲート絶縁膜上に非晶質シリコン層を形成する段階と、前記非晶質シリコン層上にドーピングされた非晶質シリコン層を形成する段階と、前記ドーピングされた非晶質シリコン層上に前記非晶質シリコン層を中心にして両側にソース電極とドレイン電極とを形成する段階と、前記ドーピングされた非晶質シリコン層を乾式エッチングする段階と、ヘリウムプラズマ工程を実施する段階と、を含む薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項13】前記ヘリウムプラズマ工程は前記乾式エッチング段階以降に原位置のままで実施する請求項12に記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項14】前記ソース電極及びドレイン電極は、モリブデンまたはモリブデントングステン合金で形成する請求項12または13に記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項15】前記乾式エッチング段階において、エッチング用の気体としては $CF_4+HCl$ を用いる請求項12～14のいずれかに記載の薄膜トランジスタの製造

方法。

【請求項16】前記ソース電極とドレイン電極とを形成する段階は、前記ドーピングされた非晶質シリコン層上に金属膜を蒸着する段階と、前記金属膜上にフォトリソパターンを形成する段階と、前記フォトリソパターンをマスクにして前記金属膜をエッチングすることでソース電極とドレイン電極を形成する段階とを含み、前記ドーピングされた非晶質シリコン層を乾式エッチングする段階は、前記フォトリソパターンを除去する段階と、前記ソース電極とドレイン電極とをマスクにして前記ドーピングされた非晶質シリコン層を乾式エッチングする段階とを含む、請求項12～15のいずれかに記載の薄膜トランジスタの製造方法。

【請求項17】前記ソース電極とドレイン電極とを形成する段階は、前記ドーピングされた非晶質シリコン層上に金属膜を蒸着する段階と、前記金属膜上にフォトリソパターンを形成する段階と、前記フォトリソパターンをマスクにして前記金属膜をエッチングすることでソース電極とドレイン電極を形成する段階とを含み、前記ドーピングされた非晶質シリコン層を乾式エッチングする段階は、前記フォトリソパターンをマスクにして前記ドーピングされた非晶質シリコン層を乾式エッチングする段階と、前記フォトリソパターンを除去する段階とを含む、請求項12～15のいずれかに記載の薄膜トランジスタの製造方法。